

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-201117

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

US1356 U.S.PTO
10/765861

(51)Int.CI.

G01D 5/38

(21)Application number : 07-025773

(71)Applicant : OKUMA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 23.01.1995

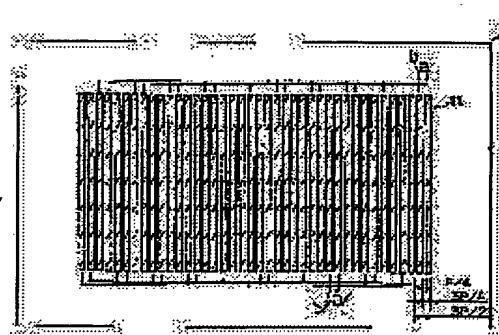
(72)Inventor : YASHIRO ATSUSHI

(54) OPTICAL ENCODER

(57)Abstract:

PURPOSE: To make possible the outputting of a displacement signal with limited distortion stably by arranging photo detectors so that a signal obtained by one photo detector block and a signal obtained by the other photodetector block give a specified phase difference to allow the detecting of the phases of the signals at the same location as far as possible.

CONSTITUTION: An array pattern of a photo detector 31 of a photodetecting section 3 is used for an optical type encoder for four phases of signals (a), (b), (a)/ and (b)/ (0° , 90° , 180° and 270°). When the pitch of a first lattice is given by P, the width of the photo detector 31 is $P/2$ and another photo detector 31 is put to the next at an interval of $P/4$. When a signal (a) is allotted to one photo detector 31 and the photo detector is represented by the photo detector 31a, the photo detector adjacent thereto is arranged as photo detector 31b for the signal (b), the photo detector adjacent thereto as photo detector 31(a)/ for the signal (a)/ and the photo detector adjacent thereto as photo detector 31(b)/ for the signal (b)/. And then, the photo detector 31a is arranged again adjacent thereto. The array pattern is repeated cyclically in this arrangement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3327718

[Date of registration] 12.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3327718

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-201117

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 D 5/38

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全8頁)

(21)出願番号 特願平7-25773

(22)出願日 平成7年(1995)1月23日

(71)出願人 000149066

オークマ株式会社

愛知県名古屋市北区辻町1丁目32番地

(72)発明者 家城 淳

愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地の

1 オークマ株式会社内

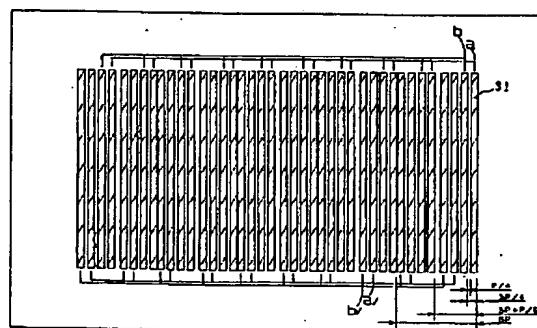
(74)代理人 弁理士 安形 雄三

(54)【発明の名称】 光学式エンコーダ

(57)【要約】

【目的】 光学式エンコーダにおいて、各相の検出ができる限り同じ場所で行ないながら、より歪の少ない変位信号を安定して出力する。

【構成】 長手方向に第1のスケールのパターン幅に対応した幅を有する受光素子が長手方向に複数並設されて成る受光素子群であって、複数の所定位相の信号のそれぞれに対応した受光素子群を備え、一つの受光素子群と他の受光素子群に属する受光素子が長手方向に入り混じって配置され、一つの受光素子群と他の受光素子群は、一つの受光素子群で得られる信号と他の受光素子群で得られる信号とが、所定の位相差を有するように配置されている。また、受光素子の間隔が一定でなく、信号波形の低い次数から高い次数までの歪成分を同時に取り除くようになっている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】第1のスケールと、この第1のスケールと相対変位する受光素子とを備え、前記受光素子からの所定位相の位相差を有する信号をもとに、相対位置を検出する光学式エンコーダにおいて、長手方向に前記第1のスケールのパターン幅に対応した幅を有する受光素子が、前記長手方向に複数並設されて成る受光素子群であって、複数の前記所定位相の信号のそれぞれに対応した受光素子群を備え、一つの前記受光素子群と他の前記受光素子群に属する受光素子が長手方向に入り混じって配置され、一つの前記受光素子群と他の前記受光素子群は、一つの前記受光素子群で得られる信号と他の前記受光素子群で得られる信号とが、所定の位相差を有するように配置されていることを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項2】前記受光素子パターンは、隣の受光素子パターンに対して、平均するとほぼ $P/4$ (P は信号の周期)よりも離れていない請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項3】前記受光素子群は、4相の信号に対応し、一つの相を基準としたとき他の相が $P - P/4$ 、 $2P - P/2$ 、 $3P - 3P/4$ (P は信号の周期)の位相差をもって配置されている請求項2に記載の光学式エンコーダ。

【請求項4】一つの相の信号に対応した受光素子群は、それに含まれる受光素子の間隔が一定でなく、一つの受光素子を基準としたとき、他の受光素子が、 $k \times P$ (k は正の整数、 P は信号の周期)に加えて、 $P/(2 \cdot 1)$ 、 $P/(2 \cdot m)$ 、 $P/(2 \cdot n)$ 、 $P/(2 \cdot o)$ …… ($1, m, n, o \dots$ は正の整数)だけの位相差ならびに、これらの位相差の和の組み合わせに応じた位相差を有するように形成されて配置されており、他の相の信号に対応した受光素子群は、それに含まれる受光素子が前記一つの相の信号に対応した受光素子群と同様に形成され、当該他の相に必要な位相差を有した位置に配置されている請求項2に記載の光学式エンコーダ。

【請求項5】前記受光素子群は、2相の信号に対応し、一つの相を基準としたとき他の相が $P \pm P/4$ (P は信号の周期)の位相差をもって配置されている請求項2に記載の光学式エンコーダ。

【請求項6】前記受光素子の幅が、第1のスケールのピッチのほぼ $1/2$ である請求項1、2、3、4または5に記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作機械や半導体製造装置の位置計測に利用される光学式エンコーダに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光学式エンコーダでは、第1の回

折格子（以下、第1格子という）に対して長手方向に相対移動する例えば図6に記載の第2の回折格子（以下、第2格子という）2が第1格子の後方に配置され、例えば図7に記載の受光部3が第2格子2の後方に配置されている。第1格子及び第2格子2には、光を透過させる部分（以下、透過部という）及び透過させない部分（以下、非透過部という）が所定の長さ（以下、格子ピッチ P という）で繰り返されている格子部が設けられている。第2格子2は、図示のようにa, b, a/, b/の4つの格子部からなる。これらは、図示のように互いに $P/4$ 、 $P/2$ 、 $3P/4$ の位相差をもって配置されている。このような構成において、平行光束Lを第1格子に照射すると、第1格子及び第2格子2の4つの格子部を透過した光がそれぞれ受光部3の受光素子a, b, a/, b/に入射する。そして、受光部3の各受光素子は入射光をその光強度に応じた電気信号にそれぞれ変換して出力する。

【0003】この電気信号の変化は、第1格子と第2格子2との相対変位によって第1格子及び第2格子2を透過する光量が変化することにより生じるものである。また、この電気信号は、本来第1格子と第2格子2との重なり具合により発光側から見たみかけ上の透過部の変化に比例した三角波信号となるはずであるが、実際は光の回折等により、さまざまな歪成分を含んだ信号となっている。そして、この信号を疑似正弦波とみなして位置検出が行われている。位置検出は、所定の位相差を有する複数の（2相や3相、4相など）信号をもとに行なわれる。例えば、 90° 位相差を持って、sin信号、cos信号の2相信号を生成し、逆正接演算により位置を求める公知な方法がある。そのために、図6及び図7に示すような第2格子2と受光部3により、複数の位相信号を出力するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の構成の光学式エンコーダで、位置を検出する場合、図6に示すように各相の検出場所が離れており、各相の検出が異なった場所の第1格子において行なわれているため、スケールの汚れやキズや誤差の影響により各信号にアンバランスが生じ、それが誤差になってしまうという問題があった。そして、光源の平行性や強度のばらつきによっても、各相の信号にばらつきが生じるという問題があつた。また、各相の光のクロストークを防ぐために、第2の格子2や受光部3の受光素子各相の間にスペースを設ける必要があり、装置の大型化をもたらしていた。さらには、歪成分を含んだ信号を疑似正弦波として求めた位置検出値は大きな分割誤差を伴っていた。この従来の光学式エンコーダで得られる変位信号の歪率は第1格子と第2格子2との間隔が変化すると大きく変動してしまう。そのため、誤差を一定値以内に抑えるためには、第1格子と第2格子2との間隔を適切な間隔で一定に保つ

3

必要があり、非常に厳しい取り付け精度が要求されるという問題があった。この後段の問題を解消するものとしては、本出願人により、歪成分を除去するために隣合ったパターンの間隔が等しくなく、所定の位相差を有して配置することで、n次の歪成分を除去する光学式エンコーダが示されている（特開平3-48122号公報参照）。しかし、この光学式エンコーダでも、各相の検出場所が離れているため、前段の問題が生じていた。

【0005】本発明は上述した事情から成されたものであり、本発明の目的は、各相の検出をできる限り同一の場所で行うことができ、かつ、より歪の少ない変位信号を安定して出力できる光学式エンコーダを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1のスケールと、この第1のスケールと相対変位する受光素子とを備え、前記受光素子からの所定位相の位相差を有する信号をもとに、相対位置を検出する光学式エンコーダに関するものであり、本発明の上記目的は、長手方向に前記第1のスケールのパターン幅に対応した幅を有する受光素子が前記長手方向に複数並設されて成る受光素子群であって、複数の前記所定位相の信号のそれぞれに対応した受光素子群を備え、一つの前記受光素子群と他の前記受光素子群に属する受光素子が長手方向に入り混じって配置され、一つの前記受光素子群と他の前記受光素子群は、一つの前記受光素子群で得られる信号と他の前記受光素子群で得られる信号とが、所定の位相差を有するように配置されることにより達成される。

【0007】

【作用】本発明の光学式エンコーダは、各相用の受光素子が光電変換素子上に格子状に混在して形成されているので、各相の検出を同じ場所で行なうことができる。ま*

$$I_a(x) \propto \sum I_b(k^2 \cdot \cos(\pi M k^2) \cdot \sin(2\pi k x/p))$$

ただし、k : 奇数、M : $\lambda Z / P^2$ 、 λ : 光源の波長、Z : 第1格子1と受光部3との距離、P : 第1格子1の格子ピッチ、x : 相対変位これに対して、受光素子31b、31a/、31b/からは数2～数4の信号I_b、I_{a/}、I_{b/}が得られる。

【0010】

$$[数2] I_b(x) = I_a(x - \pi/2)$$

【0011】

$$[数3] I_{a/}(x) = I_a(x - \pi)$$

【0012】

$$[数4] I_{b/}(x) = I_a(x - 3\pi/2)$$

したがって、受光素子31a、31b、31a/、31b/から、各々位相が90°異なる信号が得られる。

【0013】ここで、a信号用の受光素子は3つおきにとびとびに配置されており、a信号用の受光素子どうしは互いに内部で接続されている。接続されたa信号用の

4

*た、一つの相の中でも、受光素子の間隔が一定でなく、基準位相となる受光素子に対して、Pの倍数毎に、P/(2・1)、P/(2・m)、P/(2・n)、P/(2・o)・・・だけの位相差ならびに、これらの位相差の和の組み合わせに応じた位相差を有して受光素子が形成されているので、低い次数の成分から高い成分の歪までを同時に除去することができ、また、偶数次の高調波成分が生じない。

【0008】

10 【実施例】図1は本発明の光学式エンコーダの一例を示す斜視構造図であり、第1の回折格子（以下、第1格子という）1に対して図示矢印方向に相対移動する受光部3が第1格子1の後方に配置されている。この光学式エンコーダは、受光部3の受光素子31が、図2に示すように格子状に設けられている。図2に示す受光部3の受光素子31は、平均すると数μm～数百μmの間隔で配置されている。この配置パターンは、4相の信号a、b、a/、b/(0°、90°、180°、270°)を出力する光学式エンコーダに用いられるものである。

20 本実施例では、第1格子1のピッチをPとするとき、受光素子31の幅はP/2となっており、その間にP/4だけの間をおいて、受光素子31が並んでいる。ある受光素子31をa信号に割り当てて受光素子31aとしたとき、その隣の受光素子をb信号用の受光素子31b、その隣の受光素子をa/信号用の受光素子31a/、その隣の受光素子をb/信号用の受光素子31b/とし、その間に再び受光素子31aが配置される。配置パターンは、これらを周期として繰り返す。この時、例えば受光素子31aからは数1の信号I_aが得られる。

【0009】

【数1】

複数の受光素子をまとめてa信号用の受光素子群と呼ぶ。b、a/、b/信号用の受光素子群もまた同様である。ここで、bとb/の呼び方は逆でもよい。また、4相の信号を出力するようになっているが、2相や3相を出力するように配置してもよい。またI_a、I_{a/}、ならびにI_bとI_{b/}の差動をとるように、受光素子どうしを接続してもよい。この場合、受光素子は、ほとんど同じ場所に混入されて置かれているので、照射される光強度は各相に均等であり、また受光素子の特性も揃っている。従って、差動をとることにより、従来の構成では除去しきれなかったDC成分が相殺され、AC成分のみを得ることができる。また、図に示す配置により、受光素子の占める面積比は、全体の2/3になる。従来における構成では、受光素子の占める面積比は、全体の1/2であったので、効率が16.7%も向上する。さらに、50 各相のクロストークを防止するための余分なスペースを

設けなくてもよいので、実際には、さらに効率が向上する。従って、従来と同じレベルの信号を得るのに、発光素子の発光強度を低下することができ、消費電力、発熱、寿命において優れた改善がなされる。

【0014】しかし、この発明においては、信号成分の中に前式に示された歪み成分が含まれており、それによって、求められた位置検出値に分割誤差が含まれてしまう。図3はこれを改善した受光部の第2の実施例を示したものである。このパターンは、4相の信号a, b, a/, b/ (0°, 90°, 180°, 270°) を出力する光学式エンコーダ用いられるものである。この配置パターンでは、変位信号の1/L倍 (L=3) の周期成分を除去するようになっている。

【0015】第1格子のピッチをPとすると、受光素子31の幅はP/2となっている。ここで、ある基準となる受光素子31をa信号に割り当てて受光素子31aとしたとき、次の受光素子31aは、ほぼ3Pだけ隔てたところに配置されるが、この位置が、本実施例では3P+P/6の位置となっている (P/6 = (P/(2·L)))。統いて、受光素子は、基準より6P, 9P+P/6, 12P, 15P+P/6...のところに配置される。また、これに対して信号bに対応した受光素子31bは、受光素子31aに対してP/4の位相差をもって配置されている。図3の実施例では、受光素子31aに対して、P/4だけの間をおいている。受光素子31bは、基準より3P/4の位置に置かれ、統いて15P/4+P/6, 27P/4, 39/4P+P/6...の位置に配置される。受光素子31a/、31b/は受光素子31aに対してP/2, 3P/4の位相差をもって同様に配置される。

【0016】結局、ある基準となる受光素子31aに対して、3P/4の位置に受光素子31b, 3P/2の位置に受光素子31a/, 9P/4の位置に受光素子31b/が配置され、さらに、3P+P/6の位置に受光素子31aが、15P/4+P/6, 9P/2+P/6, 21P/4+P/6の位置に各々31b, 31a/, 31b/が置かれて、再び6Pに受光素子31aが置かれる。以後、受光素子の配置パターンは、これらの8個の受光素子が6Pを周期として繰り返される。ここで、受光素子31aから得られる信号Iaには、3次の歪み成分が含まれない。これは、受光素子31aの配置により、3次の歪み成分が相殺され除去されるからである。また、偶数次の成分も含まれない。信号Ib, Ia/, Ib/も同様である。そして、信号Ia, Ib, Ia/, Ib/は、各々位相が90°異なる信号である。ここで、第1の発明と同様に、a信号用の受光素子は3つおきにとびとびに配置されており、a信号用の受光素子どうしは互いに内部で接続されている。b, a/, b/信号用の受光素子群もまた同様である。

【0017】図4は、受光部の第3の実施例を示したものである。この配置パターンも、4相の信号を出力する

光学式エンコーダ用いられるものであり、変位信号の1/L, 1/m倍 (L=3, m=5) の周期成分を除去するようになっている。第1格子のピッチをPとすると、受光素子31の幅はP/2となっている。ここで、ある基準となる受光素子31をa信号に割り当てて受光素子31aとしたとき、次の受光素子31aは、ほぼ3Pだけ隔てたところに配置されるが、この位置が、本実施例では3P+P/10の位置となっている。統いて、受光素子は、基準より6P+4P/15, 9P+P/6, 12P...のところに配置される。この配置の仕方が第1の実施例と異なり、3次の歪み成分に加えて5次の歪み成分をも除去するようしている。この配置の左右の順序などはこの限りではなく、これらの組み合わせ (P/10, P/6, 4P/15) を含んでいればどのようなに行ってもよい。

【0018】信号bに対応した受光素子31bは、この受光素子31aに対してP/4の位相差をもって配置されている。図4の実施例では、受光素子31aに対して、P/4だけの間をおいている。受光素子31bは、基準より3P/4の位置に置かれ、統いて15P/4+P/6, 27P/4+P/10, 39/4P+4P/15, 51/4P...の位置に配置される。受光素子31a/、31b/は受光素子31aに対してP/2, 3P/4の位相差をもって同様に配置される。結局、この配置パターンでは、16個の受光素子が12Pを周期として繰り返される。ここで、受光素子31aからは得られる信号Iaには、3次ならびに5次の歪み成分が含まれない。これは、受光素子31aの配置により、3次と5次の歪み成分が相殺され除去されるからである。また、偶数次の成分も含まれない。信号Ib, Ia/, Ib/も同様である。

【0019】図5は、受光部の第4の実施例を示したものである。この配置パターンも、4相の信号を出力する光学式エンコーダ用いられるものであり、変位信号の1/L, 1/m, 1/n, 1/o倍 (l=3, m=5, n=7, o=11) 倍の周期成分を除去するようになっている。第1格子のピッチをPとすると、受光素子31の幅はP/2となっている。ここで、ある基準となる受光素子31をa信号に割り当てて受光素子31aとしたとき、次の受光素子31aは、3P+P/14の位置に置かれ、統いて、受光素子は、基準より、6P+18P/154, 9P+P/6, 12P+14P/66, 15P+10P/42, 18P+131P/462, 21P+71P/210, 24P+886P/2310, 27P+103P/330, 30P+8P/30, 33P+167P/770, 36P+12P/70, 39P+16P/110, 42P+P/10, 45P+P/22, 48P...のところに配置される。この受光素子の位相差は、P/(2·l), P/(2·m), P/(2·n), P/(2·o) の4種の位相差ならびにその組み合わせの和により決定されたものである (ただし、l=50)

3、 $m=5$ 、 $n=7$ 、 $o=11$ ）。この論理により決定されれば、左右の配置などの順序はこの限りではなく、これらの組み合わせを含んでいればどのように行つてもよい。また、できるだけ受光素子の間隔が均等に近くなるように設計してもよい。

【0020】この配置の仕方が第1、第2の実施例と異なり、3次や5次の歪み成分に加えて7次や11次の歪み成分をも除去するようにしている。信号bに対応した受光素子31bは、この受光素子31aに対して $P/4$ の位相差をもって配置されている。図4の実施例では、受光素子31aに対して、 $P/4$ だけの間をおいている。受光素子31bは、基準より $3P/4$ の位置に置かれ、統いて $15P/4+P/14$ 、 $27P/4+18P/154$ 、 $39P/4+P/6$ 、 $51P/4+14P/66$ 、 $63P/4+10P/42 \dots 183P/4+P/22$ 、 $195P/4 \dots$ の位置に配置される。受光素子31a、32bは受光素子31aに対して $P/2$ 、 $3P/4$ の位相差をもって同様に配置される。結局、このパターンでは、受光素子31a/と受光素子31b/を含み64個の受光素子が48Pを周期として繰り返される。この配置の左右の順序などはこの限りではなく、これらの組み合わせ($P/10$ 、 $P/6$ 、 $4P/15$)を含んでいればどのように行つてもよい。また、受光素子31aと受光素子31bの配置パターンは、このように位相差を有するだけの配同じ配置パターンでもよいし、配置の左右の順序などが異なっていてもよい。 $31a/$ と $31b/$ も同様である。また、効率は悪いが、受光素子31の間隔をさらに広くとってもよいし、同じ受光素子、例えば受光素子31aを2つ以上続けて並べておいてもよい。

【0021】ここで、受光素子31aから得られる信号Iaは、 P を基本周期とし、3次、5次、7次、9次、11次の歪み成分が含まれない。これは、受光素子31aの配置により、3次と5次の歪み成分が相殺され除去されるからである。また、偶数次の成分も含まれない。信号Ib、Ia/、Ib/も同様である。この受光素子64個を1周期とするが、配置は1周期分でも良いし、2周期以上でもよい。なお、さらに13次を除去したい場合は、 $p=13$ として、 $P/(2 \cdot 13)$ を組み合わせに盛り込んで配置パターンを作成すればよい。17次、19次、 \dots を除去する場合も同様である。

【0022】また第1の発明で示したように、IaとIa/、ならびにIbとIb/の差動をとるよう、受光素子を接続してもよい。この場合、受光素子は、ほとんど同じ場所に混入されて置かれているので、照射される光強度は各相に均等であり、また受光素子の特性も揃っている。従って、差動をとることにより、従来の構成では除去しきれなかったDC成分が相殺され、AC成分のみを得ることができる。また、同様に、受光素子の占める面積比は、全体の $2/3$ になる。従来における構成では、受光素子の占める面積比は、全体の $1/2$ であったの

で、効率が 16.7% も向上する。従って、従来と同じレベルの信号を得るのに、発光素子の発光強度を低下することができ、消費電力、発熱、寿命において優れた改善がなされる。

【0023】また、この実施例によれば、11次までの奇数成分ならびに偶数次の成分が除去される。これは、 $1, m, n, o, \dots (l=3, m=5, n=7, o=11)$ 等の選び方による。ここで、本発明では、7次と11次の中間に9次消し用の配置パターンを設けていない。これは、9次が3次を因数とする成分であり、3次消しの配置パターンで除去されるからであり、素数の次数の成分を除去する配置パターンを製作すればよい。なお、受光部3は、耐環境性のために、樹脂モールドやキャンバッケージ化してもよい。また、セラミックやメタルなどのパッケージに格納して、受光面をガラスや樹脂などで保護してもよい。本発明は、以上に示した光学式エンコーダにはもちろんのこと、磁気式や電磁式、静電容量式のエンコーダにも使用できる。また、第1スケールのピッチと第2格子の平均的なピッチは、ほぼ同じでも、また $1:2$ 等の異なったピッチでも本発明は適用できる。また、受光素子の幅は $P/2$ でなくてもよい。この幅は、揃っていないてもよい。本発明はそれらに限定されない。

【0024】

【発明の効果】以上のように、本発明の光学式エンコーダによれば、各相用の受光素子が、光電変換素子上に格子状に混在して形成されているので、各相の検出を同じ場所で行なうことができ、スケールの汚れやキズや誤差の影響、光源の平行性や強度のばらつきがあつても、精度の高い検出が可能となる。また、光の利用効率が向上するので、消費電力、発熱、寿命において優れた改善がなされるとともに、小型化も可能となる。さらには、受光素子の間隔が一定でなく、信号波形の低い次数から高い次数までの歪成分を同時に取り除いて高精度の位置検出を行うことができるので、例えば工作機械において精度の高い加工を容易に行なうことが可能となり、生産効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学式エンコーダの実施例を示す斜視構造図である。

【図2】図1に示す実施例の受光部の第1の例を示す図である。

【図3】図1に示す実施例の受光部の第2の例を示す図である。

【図4】図1に示す実施例の受光部の第3の例を示す図である。

【図5】図1に示す実施例の受光部の第4の例を示す図である。

【図6】従来の光学式エンコーダの第2格子の一例を示す図である。

9

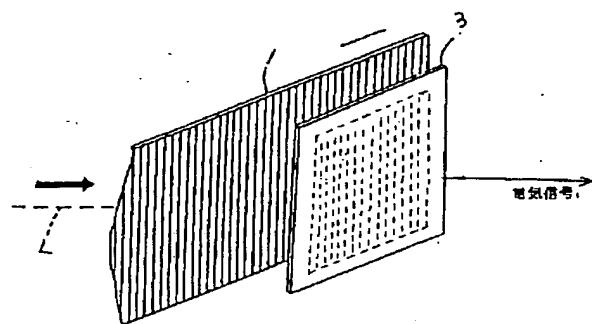
【図7】従来の光学式エンコーダの受光部の一例を示す
図である。

【符号の説明】

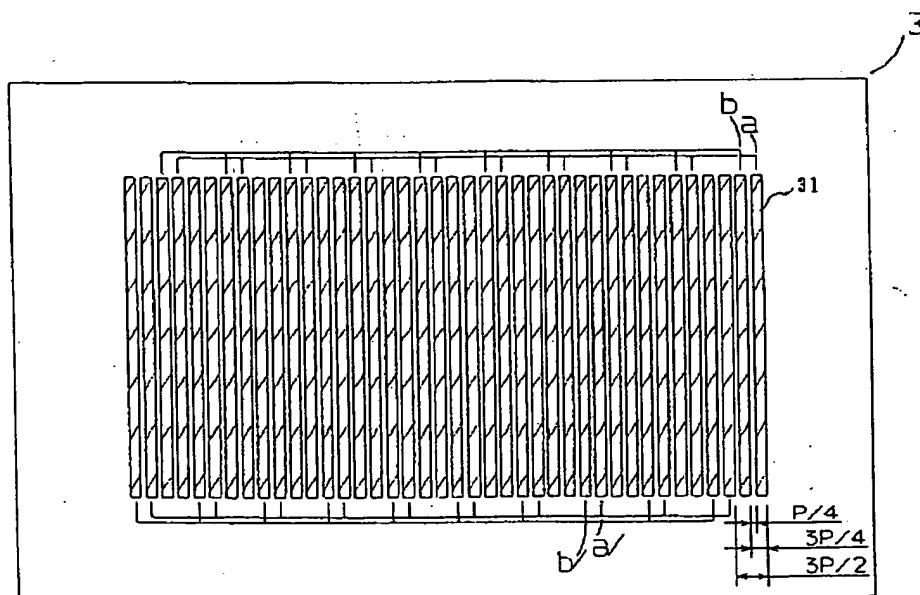
10

- 1 第1スケール
- 2 第2スケール
- 3 受光部

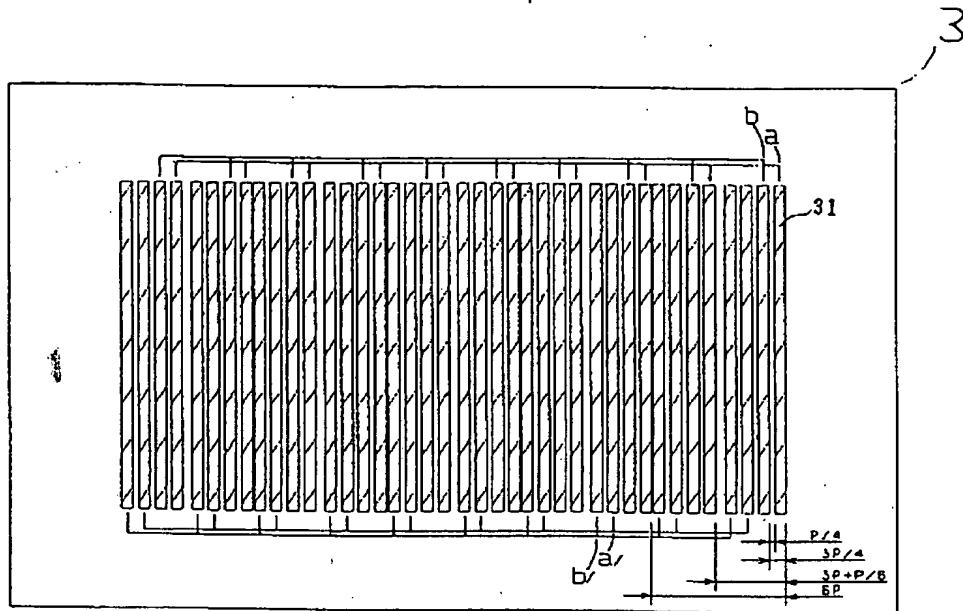
【図1】



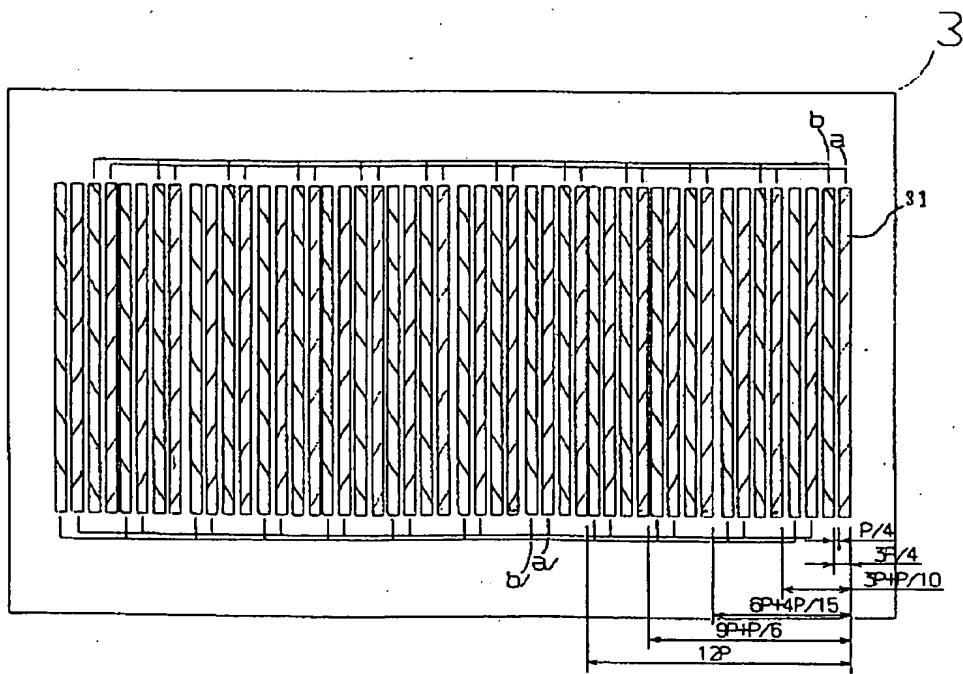
【図2】



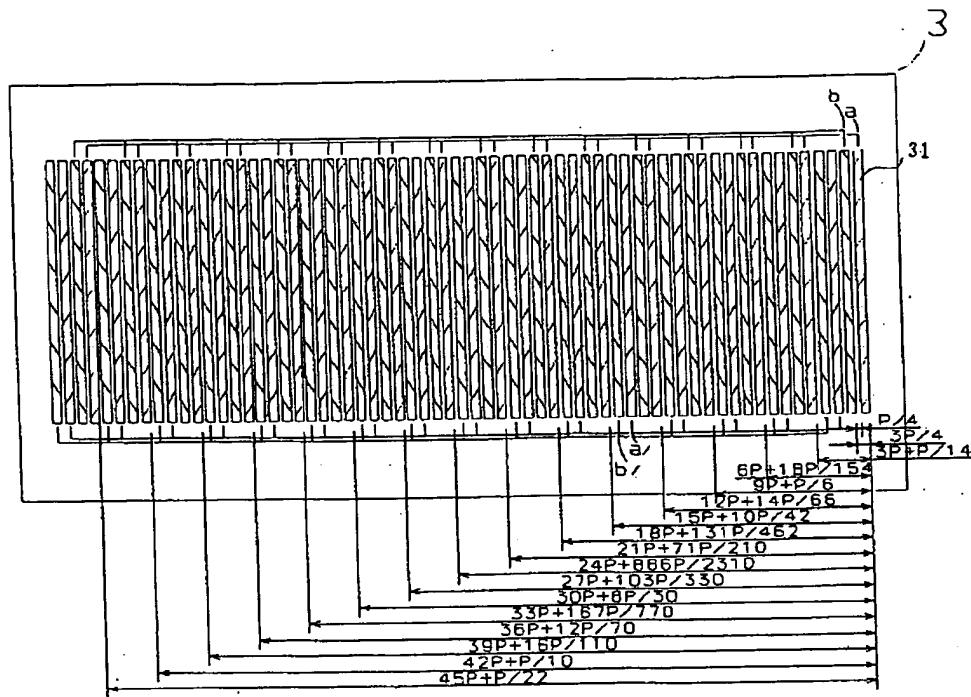
【図3】



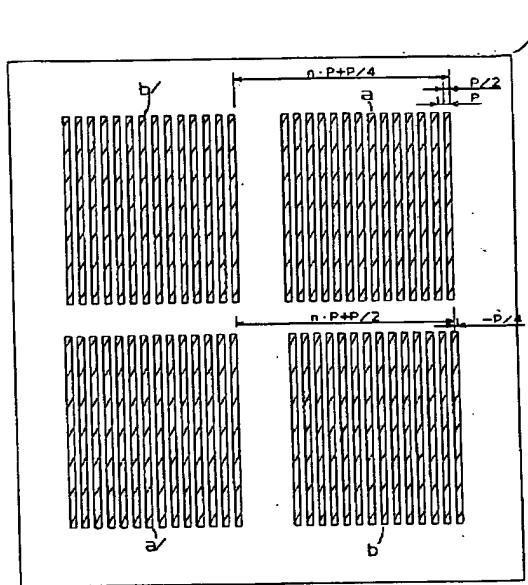
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

